(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110161059 B
(45)授权公告日 2021.12.14

(21)申请号 201910107414.7

(22)申请日 2019.02.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110161059 A

(43)申请公布日 2019.08.23

(30)优先权数据
2018-024336 2018.02.14 JP

(73)专利权人 佳能株式会社
地址 日本国东京都大田区下丸子3丁目30-2

(72)发明人 谷内胜哉

(74)专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293
代理人 迟军 李艳丽

(51)Int.Cl.
G01N 23/04(2018.01)

(56)对比文件
CN 102436174 A,2012.05.02
CN 101995948 A,2011.03.30
CN 101114896 A,2008.01.30
CN 101212579 A,2008.07.02
CN 102143320 A,2011.08.03
US 7894575 B2,2011.02.22

审查员 黄佳

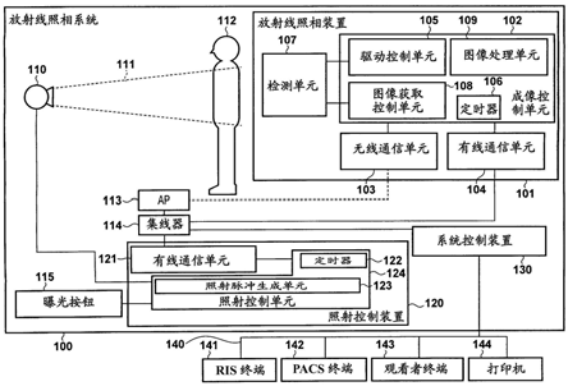
权利要求书2页 说明书12页 附图12页

(54)发明名称

放射线照相装置、系统、控制方法及计算机可读存储介质

(57)摘要

本申请涉及一种放射线照相装置、系统、控制方法及计算机可读存储介质。该系统包括：照射控制装置，包括被配置为提供用于照射定时的时间值的第一定时器；以及放射线照相装置，可通信地连接到照射控制装置并且包括被配置为提供用于成像定时的时间值的第二定时器。该系统测量第一定时器的时间值与第二定时器的时间值之间的时间差；使用具有不同校正时段的多种类型的校正处理之一来校正第一定时器和第二定时器中的至少一个定时器，以便消除时间差。基于放射线照相装置的操作状态，从所述多种类型的校正处理中选择要使用的校正处理。



CN 110161059 B

1.一种放射线照相系统,其中被配置为控制放射线的照射的照射控制装置和被配置为执行放射线成像的放射线照相装置被能通信地连接,该系统包括:

第一定时器,被包含在照射控制装置中并且被配置为提供用于照射定时的时间值;

第二定时器,被包含在放射线照相装置中并且被配置为提供用于成像定时的时间值;

测量装置,用于测量第一定时器的时间值与第二定时器的时间值之间的时间差;

校正装置,用于校正第一定时器和第二定时器中的至少一个定时器以消除时间差,该校正装置能够执行具有不同校正时段的多种类型的校正处理,其中,所述多种类型的校正处理包括:第一校正处理,被配置为消除时间差,以及第二校正处理,被配置为在比第一校正处理更长的校正时段中消除时间差;以及

选择装置,用于基于放射线照相装置的操作状态从多种类型的校正处理中选择要由校正装置执行的校正处理。

2.如权利要求1所述的系统,其中

如果放射线照相装置正在进行成像操作,那么选择装置选择第二校正处理,否则选择第一校正处理。

3.如权利要求2所述的系统,其中第一校正处理通过改变第一定时器和第二定时器中的一个定时器的时间值一次来消除时间差。

4.如权利要求2或3所述的系统,其中第二校正处理通过跨多个时钟改变在所述一个定时器中划分参考时钟的频率以生成用于计算时间值的时钟时使用的分频比来消除时间差。

5.如权利要求2或3所述的系统,其中第二校正处理通过多次改变所述一个定时器的时间值来消除时间差。

6.如权利要求2或3所述的系统,其中基于成像的帧速率来设置第二校正处理的校正时段。

7.如权利要求1所述的系统,其中,如果放射线照相装置正在成像,那么选择装置基于所采用的暗校正模式从所述多种类型的校正处理中选择要由校正装置执行的校正处理。

8.如权利要求1至3中任一项所述的系统,

还包括第三校正处理,所述第三校正处理被配置为校正所述一个定时器,使得暗图像的成像时间被设置为等于放射线图像的成像时间,

其中,如果放射线照相装置正在成像,那么选择装置基于所采用的暗校正模式从所述多种类型的校正处理中选择要由校正装置执行的校正处理。

9.如权利要求1至3和7中任一项所述的系统,其中测量装置通过对多个测量结果求平均来获得时间差。

10.如权利要求1至3和7中任一项所述的系统,

还包括用于在照射控制装置和放射线照相装置之间执行通信的通信装置,

其中测量装置基于以下来获取时间差:通信装置从照射控制装置和放射线照相装置之一发送消息的时间,经由通信装置接收对应的响应消息的时间,以及被包括在响应消息中的应答时间。

11.一种放射线照相装置,该装置使用从照射控制装置发射的放射线执行放射线成像,包括:

通信装置,用于与照射控制装置通信;

定时器装置，用于提供用于放射线成像的定时的时间值；

测量装置，用于通过经由通信装置进行通信来测量定时器装置的时间值与照射控制装置的定时器的时间值之间的时间差；

校正装置，用于校正定时器装置以消除时间差，该校正装置能够执行具有不同校正时段的多种类型的校正处理，其中，所述多种类型的校正处理包括：第一校正处理，被配置为消除时间差，以及第二校正处理，被配置为在比第一校正处理更长的校正时段中消除时间差；以及

选择装置，用于基于放射线照相装置的操作状态从所述多种类型的校正处理中选择要由校正装置执行的校正处理。

12.一种用于放射线照相系统的控制方法，在该放射线照相系统中，包含提供用于照射定时的时间值的第一定时器并且被配置为控制放射线的照射的照射控制装置和包含提供用于成像定时的时间值的第二定时器的放射线照相装置被能通信地彼此连接，该方法包括：

测量第一定时器的时间值与第二定时器的时间值之间的时间差；

基于放射线照相装置的操作状态从具有不同校正时段的多种类型的校正处理中选择校正处理，所选择的校正处理被配置为校正第一定时器和第二定时器中的至少一个以便消除时间差，其中，所述多种类型的校正处理包括：第一校正处理，被配置为消除时间差，以及第二校正处理，被配置为在比第一校正处理更长的校正时段中消除时间差；以及

执行所选择的校正处理。

13.一种用于放射线照相装置的控制方法，该放射线照相装置包括用于与照射控制装置通信的通信装置和用于提供用于放射线成像的定时的时间值的定时器装置，该放射线照相装置使用从照射控制装置发射的放射线执行放射线成像，该方法包括：

通过经由通信装置进行通信，测量定时器装置的时间值与照射控制装置的定时器的时间值之间的时间差；

基于放射线照相装置的操作状态从具有不同校正时段的多种类型的校正处理中选择校正处理，所选择的校正处理被配置为校正定时器装置以便消除时间差，其中，所述多种类型的校正处理包括：第一校正处理，被配置为消除时间差，以及第二校正处理，被配置为在比第一校正处理更长的校正时段中消除时间差；以及

执行所选择的校正处理。

14.一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质用于存储程序，该程序用于使计算机执行如权利要求13所述的用于放射线照相装置的控制方法的每个步骤。

放射线照相装置、系统、控制方法及计算机可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及放射线照相装置、放射线照相系统、其控制方法及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 其中根据从放射线发生器发射并透射通过被摄体的放射线获得的放射线图像被转换成数字图像并且该数字图像经历图像处理以获得清晰的放射线图像数据的放射线照相装置和放射线照相系统是商业可用的。

[0003] 在这种放射线照相装置中，二维固态图像传感器一般被用作放射线检测器。放射线检测器将发射的放射线转换成电荷，将电荷累积在电容器中，并重复累积的电荷的读出和复位操作。在没有电子快门的图像传感器中，当在电荷读出和复位操作时对图像传感器进行放射线照射时，与放射线成像无关的电荷叠加在放射线图像上，从而降级放射线图像的质量。为此，在放射线照相系统中，放射线照相装置中放射线检测器的操作定时必须与放射线发生器的照射定时同步。

[0004] 日本专利公开No.2010-081960(下文中称为专利文献1)描述了一种放射线照相系统，其中用于控制放射线发生器的电子盒(cassette)和控制台分别包括定时器单元，并且电波钟功能分别赋予这两个定时器，从而实现两个定时器单元之间的同步。通过使用这种电波钟功能，接收表示参照时间的参照电磁信号，以校正时间。

[0005] 在专利文献1的布置中，使用在外部作为参照电磁信号给出的参考来同步时间。例如，即使在放射线图像的成像期间发生时移(时间差)，除非接收到参照电磁信号，否则也不能消除时间差(时移)。如果在放射线图像成像期间接收到参照电磁信号时校正时移，那么，如果校正量大，那么成像时间(放射线的电荷累积时间)由于校正而改变，从而降级放射线图像的质量。因而，需要在获得放射线照射定时的定时器与获得放射线照相定时的定时器之间准确地执行时间同步以及减少时间校正对放射线成像的影响。

发明内容

[0006] 根据本发明的一个方面，提供了一种放射线照相系统，其中被配置为控制放射线的照射的照射控制装置和被配置为执行放射线成像的放射线照相装置被可通信地连接，该系统包括：第一定时器，被包含在照射控制装置中并且被配置为提供用于照射定时的时间值；第二定时器，被包含在放射线照相装置中并且被配置为提供用于成像定时的时间值；测量装置，用于测量第一定时器的时间值与第二定时器的时间值之间的时间差；校正装置，用于校正第一定时器和第二定时器中的至少一个定时器以消除时间差，该校正装置能够执行具有不同校正时段的多种类型的校正处理；以及选择装置，用于基于放射线照相装置的操作状态从多种类型的校正处理中选择要由校正装置执行的校正处理。

[0007] 根据本发明的另一方面，提供了一种放射线照相装置，该装置使用从照射控制装置发射的放射线执行放射线成像，包括：通信装置，用于与照射控制装置通信；定时器装置，

用于提供用于放射线成像的定时的时间值;测量装置,用于通过经由通信装置进行通信来测量定时器装置的时间值与照射控制装置的定时器的时间值之间的时间差;校正装置,用于校正定时器装置以消除时间差,该校正装置能够执行具有不同校正时段的多种类型的校正处理;以及选择装置,用于基于放射线照相装置的操作状态从多种类型的校正处理中选择要由校正装置执行的校正处理。

[0008] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于放射线照相系统的控制方法,在放射线照相系统中包含提供用于照射定时的时间值的第一定时器并且被配置为控制放射线的照射的照射控制装置和包含提供用于成像定时的时间值的第二定时器的放射线照相装置被可通信地彼此连接,该方法包括:测量第一定时器的时间值与第二定时器的时间值之间的时间差;基于放射线照相装置的操作状态从具有不同校正时段的多种类型的校正处理中选择校正处理,所选择的校正处理被配置为校正第一定时器和第二定时器中的至少一个以便消除时间差;以及执行所选择的校正处理。

[0009] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于放射线照相装置的控制方法,放射线照相装置包括用于与照射控制装置通信的通信装置和用于提供用于放射线成像的定时的时间值的定时器装置,该放射线照相装置使用从照射控制装置发射的放射线执行放射线成像,该方法包括:通过经由通信装置进行通信,测量定时器单元的时间值与照射控制装置的定时器的时间值之间的时间差;基于放射线照相装置的操作状态从具有不同校正时段的多种类型的校正处理中选择校正处理,所选择的校正处理被配置为校正定时器装置以消除时间差;以及执行所选择的校正处理。

[0010] 此外,根据本发明的另一方面,提供了一种计算机可读存储介质,其存储用于使计算机执行上述放射线照相装置的控制方法的每个步骤的程序。

[0011] 从以下示例性实施例的描述(参考附图),本发明的进一步的特征将变得清楚。

附图说明

[0012] 图1是示出根据第一实施例的放射线照相系统的布置的示例的框图;

[0013] 图2是示出用于控制成像开始的消息通信操作的定时图;

[0014] 图3是示出在放射线成像期间和放射线成像结束时的消息通信操作的定时图;

[0015] 图4是示出用于测量装置的多条时间信息之间的差异的操作的定时图;

[0016] 图5是示出放射线照相装置和照射控制装置中的每一个的定时器的布置的框图;

[0017] 图6是示出通过改变时间值来执行时间校正的方法的定时图;

[0018] 图7是示出通过改变分频电路的分频比来执行时间校正的方法的定时图;

[0019] 图8是示出根据第一实施例的时间校正处理的流程图;

[0020] 图9是示出根据第一实施例的动态成像中的时间校正操作的定时图;

[0021] 图10是示出在除动态成像之外的时段中的时间校正操作的定时图;

[0022] 图11是示出根据第二实施例的时间校正处理的流程图;以及

[0023] 图12是示出在间歇暗校正模式下的动态成像期间的时间校正操作的定时图。

具体实施方式

[0024] 将参考附图详细描述本发明的实施例。要注意的是,各实施例中示出的尺寸和结

构的细节不限于说明书和附图。要注意的是，放射线包括X射线、α射线、β射线、γ射线和各种粒子束。

[0025] 〈第一实施例〉

[0026] 图1是示出根据第一实施例的放射线照相系统100的布置的示例的框图。放射线照相系统100包括：放射线照相装置101，放射线发生器110，用于控制放射线发生器110的照射控制装置120，以及系统控制装置130。在放射线照相系统100中，用于控制放射线照射的照射控制装置120和用于执行放射线成像的放射线照相装置101被可通信地连接，如稍后将描述的。

[0027] 在放射线照相系统100中，操作者可以使用连接到系统控制装置130的操作设备(未示出)和显示设备(未示出)来设置成像所需的条件。系统控制装置130输出用于放射线照射的照射信息，包括设定的条件。从系统控制装置130输出的照射信息由照射控制装置120接收并用于放射线发生器110中的操作设置。照射控制装置120在按下曝光按钮115时使放射线发生器110发射放射线。由放射线发生器110发射的放射线透射通过被摄体112并由放射线照相装置101成像。由放射线照相装置101获得的放射线图像被传送到系统控制装置130。系统控制装置130对传送的放射线图像执行例如必要的图像处理等，并将经处理的放射线图像输出到显示设备。要注意的是，可以集成系统控制装置130、显示设备(未示出)和操作设备(未示出)。可替代地，后面将要描述的RIS终端141和观看终端143可以被用作连接到系统控制装置130的上面提到的显示设备和操作设备。

[0028] 照射控制装置120包括有线通信单元121和照射控制单元124。照射控制单元124包括定时器122和照射脉冲生成单元123。照射控制单元124执行照射控制装置120的各种控制。照射控制装置120经由有线通信单元121可通信地连接到系统控制装置130。照射控制单元124向放射线发生器110输出由放射线脉冲生成单元123使用定时器122作为参考生成的用于放射线照射定时控制的信号。曝光按钮115由例如便携式终端的手动开关、脚踏开关或触摸屏形成。曝光按钮115用于静态成像照射定时、诸如荧光透视之类的动态成像的照射定时的控制，以及照射时段控制。被包含在照射控制装置120中的定时器122提供用于使放射线照相装置101的驱动定时与来自放射线发生器110的放射线的照射定时同步的时间值。定时器122所需的精度由在与放射线照相装置101的同步操作中允许的误差决定。例如，在要求比静态成像中的同步精度更高的同步精度的动态成像中，期望允许定时器122使得有可能调整放射线照射脉冲宽度的精度或更小。

[0029] 放射线发生器110包括，例如，X-射线管、照射机制和校准机制。放射线发生器110使用与来自照射控制装置120的驱动信号对应的管电压和管电流以脉动或连续形式发射放射线。此外，放射线发生器110可以包括用于显示放射线照相条件、放射线照相图像等的显示单元。由放射线发生器110发射的放射线由与照射定时同步的放射线照相装置101成像。

[0030] 放射线照相装置101包括成像控制单元102和检测单元107，其中用于将放射线转换成电信号的像素被二维排列。成像控制单元102在放射线照相装置101中执行各种控制。成像控制单元102包括驱动控制单元105、定时器106、图像获取控制单元108和图像处理单元109。驱动控制单元105执行检测单元107的驱动控制。定时器106被包含在放射线照相装置101中，并用于使由照射控制装置120进行的放射线照射的驱动定时与检测单元107的驱动定时同步。即，定时器106通过成像控制单元102使用检测单元107提供用于放射线成像的

成像定时的时间值。图像获取控制单元108执行与保存从检测单元107获得的放射线图像数据、确定放射线图像数据的传送定时、放射线图像数据传送控制等相关联的处理。图像处理单元109针对从检测单元107获取的图像数据执行各种图像处理。

[0031] 如稍后将描述的，在放射线动态成像中，由照射控制装置120进行的放射线照射使用定时器122和106与由放射线照相装置101进行的放射线成像同步地操作。

[0032] 在放射线照相系统100中，放射线照相装置101、照射控制装置120和系统控制装置130经由无线或有线通信网络可通信地彼此连接。放射线照相装置101的无线通信单元103和/或有线通信单元104以及照射控制装置120的有线通信单元121连接到这个通信网络。通信网络包括无线LAN接入点(AP)113和网络交换机(HUB)114。在经由通信网络连接的设备之间以消息的形式交换信息。如果进行有线连接，那么有可能确定设备之间的连接状态并自动将通信切换到有线通信。要注意的是，例示了包括无线通信和有线通信两者的系统，但是有可能使用这些通信方法之一来构造系统。

[0033] 此外，在放射线照相系统100中，放射线发生器110在不通过通信网络的情况下直接电连接到照射控制装置120。信息不被转换成消息的形式，而是作为电信号直接在放射线发生器110和照射控制装置120之间发送。由于电气直接连接高度可靠，因此它适于放射线发生器110与照射控制装置120之间的连接。当然，可以使用通信网络连接放射线生成器110和照射控制装置120。

[0034] 放射线照相系统100经由诸如网络之类的通信单元140连接到RIS终端141、PACS终端142、观看者终端143和打印机144。RIS代表放射信息系统，PACS代表图片归档和通信系统。

[0035] RIS终端141是连接到放射线照相系统100的操作终端，并且构成放射线部门中的信息系统。这个信息系统是用于全面管理例如添加到检查单的放射线图像或信息的信息管理系统。添加的信息包括指示检查ID或接收编号的检查信息。操作者可以经由RIS终端141输入检查单(检查指令)，并且放射线照相系统100可以根据这个检查单执行成像。要注意的是，在这个实施例中，虽然输入的检查单可以由RIS终端141保存和管理，但是输入的检查单可以由连接到RIS终端141和放射线照相系统100的服务器(未示出)保存和管理。可替代地，输入的检查单可以由放射线照相系统100保存和管理。

[0036] PACS终端142保存并管理由放射线照相系统100获得的放射线照相图像。即，PACS终端142用作用于管理放射线照相图像的图像管理系统的一部分。观看者终端143显示并输出保存在PACS终端142中的放射线图像。打印机144将保存在PACS终端142中的放射线图像输出到诸如胶片之类的介质。

[0037] 操作者使用放射线照相系统100基于包括经由RIS终端141输入的多个检查信息的检查单来获得放射线图像。检查信息包括成像协议信息。成像协议信息包括在成像或图像处理时使用的参数信息(成像执行信息)以及诸如传感器类型或成像姿势之类的成像环境信息。在用于动态成像的成像协议中设置诸如帧速率、每帧的放射线脉冲的长度等参数。此外，检查信息包括用于指定检查单的信息，诸如检查ID和接收编号，以及用于基于检查单指定放射线图像的信息。

[0038] 将参考图2详细描述用于在这个实施例的放射线照相系统100中传送用于控制成像开始的消息的操作定时。在按下曝光按钮115时，照射控制装置120向放射线照相装置101

发送成像请求201的消息。放射线照相装置101将预定时间加到已经接收到成像请求201的消息的时间(请求接收时间),并计算预期的曝光开始时间(步骤S211)。这里要添加的预定时间是具有足够余量以执行消息交换和放射线照相装置101的准备操作的时间,并且同时适于短时间以便不在操作员不必要地等待操作的同时降级操作感觉。在图2的示例中,“30”用作预定时间,并且从请求接收时间“10270”计算出预期开始时间“10300”。可替代地,这个预定时间可以在系统设计时通过手动计算来设置,或者可以通过使用照射控制装置120和放射线照相装置101之间的通信的预协商来动态决定。

[0039] 在接收到成像请求201时,放射线照相装置101发送成像许可202的消息,其中包括预期曝光开始时间(start@,即开始@)作为参数。要注意的是,成像许可202的消息包括与图2中的放射线脉冲的长度(窗口=)和帧速率(周期=)对应的信息。要注意的是,这些信息不需要包括在这个消息中。如上所述,可以在成像之前通过另一种手段预先设置信息,或者可以在这个消息中包括这里未明确指示的参数,并且可以发送所得到的消息。

[0040] 照射控制装置120根据由接收到的成像许可202的消息所指示的预期曝光开始时间输出来自照射脉冲生成单元123的照射脉冲(步骤S212)。即,照射控制装置120等待由定时器122指示的时间达到预期的曝光开始时间并开始生成照射脉冲。如果消息如上所述包括放射线脉冲的长度信息和帧速率信息,那么照射控制装置120根据这些信息生成用于执行曝光的照射脉冲。要注意的是,可以预先确定放射线脉冲的长度和帧速率,如上所述。随后,照射控制装置120的照射控制单元124基于定时器122的时间计划操作,以便基于预定的放射线脉冲长度和预定的帧速率获取放射线图像,从而使得照射脉冲生成单元123生成照射脉冲(步骤S214)。

[0041] 另一方面,放射线照相装置101根据预期的曝光开始时间执行累积操作以包括曝光时段,并且在不包括曝光的时段中从检测单元107读出放射线图像(步骤S213)。即,放射线照相装置101发送成像许可202的消息,然后执行用于成像的准备操作(步骤S203)。当由定时器106指示的时间达到预期的曝光开始时间时,检测单元107的操作被设置在用于放射线照射的累积状态(步骤S204)。如果在过渡到累积状态之后经过了放射线脉冲的长度的时间(在图2中由定时器106指示的时间达到10310之后),那么从检测单元107读出放射线图像(步骤S205)。之后,如在照射控制装置120中那样,放射线照相装置101基于定时器106的时间来计划累积操作和读出操作,以便以预定的帧速率获取图像,并执行这些操作。

[0042] 如上所述,照射控制装置120在接收到成像许可202的消息的条件下生成照射脉冲。在通信网络中发生消息丢失或大延迟并且放射线照相系统100不能接收到假设的消息的情况下,照射控制装置120不开始放射线照射或停止放射线照射。例如,上述情况是在照射控制装置120发送成像请求201之后的预定时间内不能接收成像许可202的情况,或者照射控制装置120中成像许可202的消息的到达时间已经过由消息指示的预期曝光开始时间的情况。要注意的是,如果照射控制装置120不能接收从放射线照相装置101发送的成像许可202的消息或者消息接收被延迟,那么放射线照相装置101不能知道是否发生了消息丢失。在这种情况下,放射线照相装置101开始获取放射线图像数据,并且因此获取未经照射而获得的图像。但是,这个操作是不对被摄体执行额外的放射线照射的操作,即,对被摄体的安全操作。

[0043] 要注意的是,成像许可202的消息直到预期曝光开始时间才到达照射控制装置120

的事件不仅仅由于上述消息丢失而发生。这种事件可以被认为是下面的情况(1)至(3)。在任何情况下,都可以避免对被摄体的额外放射线照射。

[0044] (1)因为成像请求201的消息丢失,所以放射线照相装置101不发送成像许可202的消息的情况。

[0045] (2)延迟成像请求201的消息的情况。

[0046] (3)放射线照相装置101由于放射线照相装置101侧的原因而确定不可能执行放射线成像并且不响应的情况。在这种情况下,放射线照相装置101优选地用成像禁止消息代替成像许可202的消息向照射控制装置120响应。

[0047] 在放射线照相系统100中,在按下曝光按钮115期间,以设定的帧速率执行放射线图像的成像(动态成像)。如果操作者停止按下曝光按钮115以结束成像,那么照射控制装置120停止生成用于放射线照射的定时脉冲,生成指示停止成像的消息,并将其发送到放射线照相装置101。

[0048] 图3示出了在成像期间和成像结束时在照射控制装置120和放射线照相装置101之间的命令交换。在成像期间,放射线照相装置101周期性地向照射控制装置120发送存在报告301的消息。在接收到存在报告301的周期性发送的消息时,照射控制装置120确定正常执行成像。如果存在报告301的消息被中断,那么照射控制装置120确定放射线照相装置101未被设置在用于接收照射的状态,并且停止放射线照射,从而中断成像。如果曝光按钮115被设置为OFF状态,那么照射控制装置120停止放射线照射并且向放射线照相装置101发送停止请求302的消息。在接收到停止请求302的消息时,放射线照相装置101确定成像结束。

[0049] 图4是示出用于经由通信网络上的通信测量定时器106与定时器122之间的差异(时间差)以便实现定时器106和定时器122的时间值之间的同步的序列的视图。这个处理将由测量单元521(稍后将参考图5描述)执行,用于测量定时器106与定时器122之间的时间差。在图4中,定时器122作为定时器(作为时间服务器,即,时间参考)操作,而定时器106作为时间客户端(即,遵循时间服务器操作的定时器)操作。首先,放射线照相装置101经由有线通信单元104或无线通信单元103将时间同步传输401的消息发送到照射控制装置120。在这个时候,放射线照相装置101记录由定时器106指示的传输时的时间(传输时间)。在图4的示例中,记录时间值“10254”作为传输时间。已经接收到时间同步传输401的消息的照射控制装置120立即用时间同步应答402的消息应答。在这个时候,照射控制装置120在时间同步应答402的消息中包括由定时器122指示的在应答时给出的时间作为应答时间。在图4的示例中,包括时间值“10253”。

[0050] 在接收到时间同步应答402的消息时,放射线照相装置101从定时器106获取这个时间作为接收时间。在图4的示例中,获取时间值“10260”作为接收时间。放射线照相装置101估计照射控制装置120用时间同步应答402的消息进行应答时定时器106的时间。通过这个估计获得的时间作为估计的应答时间给出。更具体而言,放射线照相装置101假设时间同步传输401和时间同步应答402的消息的传输时间彼此相等,计算传输时间和接收时间之间的中间值,并将其定义为估计的应答时间。

[0051] 在图4的示例中,传输时间“10254”和接收时间“10260”之间的中间值(即,(10254+10260)/2=10257)被确定为估计的应答时间。由于包括在时间同步应答402的消息中的应答时间被给出为“10253”,因此放射线照相装置101计算应答时间与估计的应答时间之间的

差异,并且确定定时器106的时间与定时器122相比前进了10257-10253＝4。即,获得“-4”(-4@client,-4@客户端)作为用于定时器106的时间同步校正值(下文中称为校正值或时间差)。

[0052] 基于图4的示例中的一个查询来决定时间同步校正值。由于在实践中在传播时间中可以发生波动,因此基于单个查询的校正值可能偏离真实量。因此,如上所述,优选的是多次重复应答时间与估计的应答时间之间的偏差测量,以统计地计算校正值。作为计算校正值的示例,可以使用从多个查询中以往返时间(从查询传输到应答接收的次数)的升序收集预定数量的时间差或校正值并计算时间差或校正值的平均值的方法。

[0053] 图5示出了定时器106和定时器122中的每一个的布置的示例。定时器106和定时器122中的每一个由晶体振荡器501、分频电路502和时间计数器503形成。分频电路502和时间计数器503可以由用作可编程电路的FPGA 504实现。FPGA代表现场可编程门阵列。通过采用FPGA 504,可以改变分频电路502的分频比和时间计数器503的计数器值。

[0054] 根据这个实施例,通过基于以上校正值改变分频电路502的分频比或时间计数器503的计数器值,可以使定时器106和定时器122的时间同步。要注意的是,定时器106和定时器122具有相同的布置,即,在至少一个定时器(即,用作时间调整目标的定时器)中可以改变分频比或计数器值的布置。在这个实施例中,至少定时器106具有图5中所示的布置,并且成像控制单元102包括校正单元511和测量单元521。要注意的是,FPGA 504被用于限于定时器106和定时器122,但FPGA 504可以包括用于实现放射线照相装置101或照射控制装置120的其它功能的电路。

[0055] 在定时器106和122中的每一个当中,晶体振荡器501包括晶体,该晶体在接收到电压时以预定周期振荡并生成参考时钟。分频电路502对参考时钟的频率进行分频,并生成适于放射线照相系统100的时间计数的时钟。时间计数器503对由分频电路502生成的时钟进行计数以输出计数器值。计数器值是由定时器106和122中的每一个输出的时间值。放射线照相装置101参考定时器106的时间计数器503的计数器值(时间值)进行操作。照射控制装置120参考定时器122的计数器503的计数器值(时间值)操作。

[0056] 如参考图4所描述的,测量单元521经由通信网络发送消息(时间同步传输401),并经由通信网络接收对应的响应消息(时间同步应答402)。测量单元521基于响应消息中包括的消息传输时间、消息接收时间和应答时间来获取时间差,并将时间差提供给校正单元511。校正单元511校正定时器106和122的时间。在校正单元511中,选择单元512基于放射线照相装置101的操作状态从具有不同校正时段的多个校正处理(图5中的第一校正处理单元513和第二校正处理单元514)中选择要执行的校正处理。第一校正处理单元513通过改变时间计数器503的计数器值(时间值)来执行用于消除由测量单元521测得的时间差(图4中所示的时间同步校正值)的第一校正处理。第二校正处理单元514通过在多个计数上改变分频电路502的分频比(用于划分从晶体振荡器501输出的参考时钟的频率以生成用于对时间值计数的时钟的分频比)来执行用于消除时间差的第二校正处理。

[0057] 接下来,现在将描述改变与校正值对应的时间以使作为定时器106和定时器122的时间值的计数器值同步的方法。在这个实施例中,通过校正定时器106,定时器106与定时器122同步。如上所述,成像控制单元102可以执行具有不同校正时段的多种类型的校正处理。在这个实施例中,提供第一校正处理和第二校正处理作为多个校正处理。用于改变定时器

106的时间计数器503的计数器值以使定时器106的时间与定时器122的时间匹配的第一校正处理具有比用于改变定时器106的分频电路502的分频比以使定时器106的计数器值接近定时器122的计数器值的第二校正处理更短的校正时段。选择单元512根据例如放射线照相装置101是否在成像操作期间而在第一校正处理和第二校正处理之间切换用于时间校正的校正处理。更具体而言，根据这个实施例，在动态成像期间选择第二校正处理；否则，选择第一校正处理。

[0058] 图6是改变时间计数器503的计数器值以校正定时器106的情况(第一校正处理)的定时图。在第一校正处理中，通过改变时间计数器503的计数器值一次来消除时间差。在图6中，照射控制单元124根据指示定时器106的计数器值比定时器122的计数器值大“4”的信息(图4，校正值＝-4)将定时器106的时间计数器503的计数器值改变为10262-4＝10258(步骤S601)。通过这种改变，定时器106的时间计数器503和定时器122的时间计数器503的计数器值被同步。根据这种校正方法，由于校正值直接反映在计数器值上，因此可以在短时间内执行时间校正。要注意的是，如上所述，通过改变计数器值一次来完成校正，但校正不限于此。只要在比第二校正处理的校正时段充分短的时段内执行计数器值的改变就足够了。可以多次执行校正。例如，两个连续计数中的每一个可以以校正值的每一半被改变。

[0059] 图7是当通过改变分频电路502的分频比来校正计数器值时(第二校正处理)的定时图。在第二校正处理中，通过跨多个时钟改变用于划分参考时钟的频率的分频比并生成用于对时间值进行计数的时钟来消除时间差。照射控制单元124改变分频电路502的分频比并改变输入到时间计数器503的时钟的周期。在图7的示例中，从时钟周期T1改变为T2(它是时钟周期T1的1.2倍)时的时间到计数20个时钟的时间分频比改变。在1.2×T1×20＝24(计数)的时间内计数20个时钟(步骤S701和S702)。以这种方式，校正其中定时器106的计数器值比定时器122的计数器值大“4”的状态(图4所示的状态)。在图7所示的校正方法中，根据设定的分频比逐渐校正时间。为此，可以抑制由于时间校正引起的时间突然改变。要注意的是，图5中所示的布置仅是示例。实现定时器106和122的计数速度的改变的功能以及时间值的改变的功能的布置不限于所示的示例。

[0060] 接下来，将参考图8的流程图描述根据第一实施例的由放射线照相装置101执行的时间校正处理。

[0061] 步骤S801至S803形成用于测量定时器106与定时器122之间的时间差的处理。首先，在步骤S801中，放射线照相装置101的测量单元521向照射控制装置120进行时间查询(时间同步传输401)。在这个时候，放射线照相装置101保存用作传输时间的定时器106的时间。接下来，在步骤S802中，测量单元521从照射控制装置120接收与时间查询对应的应答(时间同步应答402)。在这个时候，测量单元521保存用作接收时间的定时器106的时间。时间同步应答402包括当照射控制装置120发送时间同步应答402时获得的定时器122的时间(应答时间)。在步骤S803中，测量单元521根据传输时间和接收时间计算估计的应答时间并将其与应答时间进行比较，以计算时间差。要注意的是，通过计算(接收时间-传输时间)/2来获得估计的回复时间，如上面参考图4所描述的。

[0062] 测量单元521多次(在这个实施例中为n次)重复上述时间差计算(步骤S801至S803)的操作，以便以足够的精度获得时间差(步骤S804)。在步骤S805中，测量单元521根据所获得的n个时间差计算平均时间差。

[0063] 接下来，在步骤S806中，放射线照相装置101的校正单元511的选择单元512基于从照射控制装置120发送的成像请求201和停止请求302确定是否正在执行动态成像。如果确定正在执行动态成像，那么处理前进到步骤S807。在步骤S807中，选择单元512选择第二校正处理单元514，并且校正单元511改变定时器106的分频电路502的分频比，以校正定时器106与定时器122之间的时间差。另一方面，如果在步骤S806中确定没有执行动态成像，那么处理前进到步骤S808。在步骤S808中，选择单元512选择第一校正处理单元513，使得校正单元511直接改变定时器106的时间计数器503的计数器值，以执行时间校正。在时间校正之后，如果电源没有关闭，那么处理返回到步骤S801，以再次校正移位的时间(步骤S809)。要注意的是，已经在图8的示例中描述了动态成像中的处理序列，但是即使在静态成像中也可以使用相同的方法。

[0064] 图9是示出用于通过改变分频电路502的分频比来校正定时器106与定时器122之间的平均时间差的第二校正处理(步骤S807)的定时图。这个操作是如上所述的第二校正处理。在图9的示例中，为了校正平均时间差3α，示出了一种状态，其中调整定时器106的分频电路502的分频比，使得定时器106的时间计数小于定时器122的时间计数。根据分频比的调整值估计直到平均时间差3α被校正的校正时段，并且在估计的校正时段期间维持分频比的调整。当校正时段已经过去时，分频比返回到调整之前的值，从而结束时间校正。在图9的示例中，使时间计数器503计数20个时钟所需的正常时间是Ta，并且通过调整分频电路502的分频比来计数20个时钟所需的时间是Ta+α。即，通过调整分频比，将一次计数所需的时间延长了α/20。如果平均时间差是3α，那么校正时段是60个计数的时段。从计数器值“10310”开始的校正时段以计数器值“10370”结束。

[0065] 因此，在图9的示例中，原始累积时间是“Ta-读出时间”，并且校正时段之间的累积时间是“Ta+α-读出时间”，于是动态成像中累积时间的改变是+α。由于一次校正时间差3α时获得的累积时间的改变是+3α，有可能进一步减少累积时间的改变。累积时间的改变是在检测单元107中累积电荷的时间的改变。累积时间的改变影响从放射线照相装置101输出的放射线图像的像素值。为此，由于累积时间的改变被抑制为小值，因此在对像素值的影响被抑制的同时执行时间校正。分频比和校正时段的调整值期望地是对放射线图像的像素值的影响不影响诸如诊断之类的用途的值。如果诸如增益和帧速率之类的参数具有多种预定类型的成像模式，那么有可能根据成像模式改变分频比和校正时段的调整值。要注意的是，时间校正的开始与图9的示例中的检测单元107的操作(读出的开始)匹配，但是不需要执行这种匹配。

[0066] 图10是示出用于在直接改变定时器106的时间计数器503的计数器值的方法中执行时间校正的第一校正处理(步骤S808)的操作的定时图。这个操作是上述第一校正处理。如图10中所示，在释放曝光按钮115的同时(动态成像和动态成像之间的时段)执行通过改变计数器值进行的时间校正。定时器106的时间在10410+3α处被校正。在这个时候，定时器106的时间计数器503改变为10410以立即完成时间校正。通过这个时间校正，累积时间变为Ta+3α。由于这个时间包括不执行成像的定时，因此不对从放射线照相装置101输出的放射线图像施加影响。

[0067] 要注意的是，在第一实施例中，已经描述了通过调整分频电路502的分频比来跨多个时间计数对时间校正的方法作为第二校正处理。但是，第二校正处理不限于此。例如，可

以通过多次改变计数器值(每个预定计数)来校正(消除)定时器106与定时器122之间的计算出的时间差。例如,在图9的示例中,可以多次改变计数器值以校正时间差3α。例如,如图9中所示,每次当时间计数器503执行20个时钟的计数时,时间计数器503的计数器值都可以改变与时间α对应的值,从而校正定时器106的计数器值。此外,在图9中,校正时段由预设的分频比的调整量决定,以执行时间校正。但是,时间校正不限于这个方法。例如,可以预设校正时段,并且可以根据平均校正值和校正时段来决定分频比的调整量。此外,可以根据动态成像的帧速率来决定分频比的调整量。在这种情况下,例如,可以调整分频比,使得每帧的时间改变是预定比率(例如,5%)。当通过每隔预定计数改变计数器值来执行时间校正时,可以应用这些修改。此外,例如,当在第二校正处理的校正时段期间改变操作状态时,可以通过第一校正处理来校正剩余时间差。此外,在第一实施例中,使用定时器122作为参考来校正定时器106的时间,但是定时器122的时间可以使用定时器106作为参考来校正。

[0068] 如上所述,根据第一实施例,成像控制单元102测量定时器106与定时器122之间的时间差,并校正定时器106,以便消除测得的时间差。成像控制单元102可以执行具有不同校正时段的多种类型的校正,如参考例如图6和7所描述的。成像控制单元102使用基于放射线照相装置101的操作状态(例如,是否正在执行动态成像)从多个校正处理中选择的校正处理来校正定时器106。因而,可以执行与放射线照相装置的操作状态对应的适当的时间同步。

[0069] <第二实施例>

[0070] 第一实施例已经解释了根据是否正在执行动态成像来切换时间校正方法的布置。第二实施例将描述用于在动态成像中根据偏移校正模式(下文中称为暗校正模式)切换时间校正方法的布置。即,在第二实施例中,除了放射线照相装置101是否正在执行动态成像之外,还使用暗校正模式作为校正处理选择条件。要注意的是,根据第二实施例的放射线照相系统的布置、关于时间校正的布置、以及放射线照相系统的校正操作的原理与第一实施例(图1至图7)的相同。下面将主要描述与第一实施例不同的部分。

[0071] 图11是示出由根据第二实施例的放射线照相装置101执行的时间同步处理的流程图。步骤S805至S806和S808中的处理与第一实施例(图8)中的相同。如果在步骤S806中确定正在执行动态成像,那么在步骤S1101中,放射线照相装置101确定选择单元512选择偏移校正模式。根据第二实施例的选择单元512根据偏移校正模式的确定结果来切换时间校正方法。

[0072] 偏移校正是计算放射线照射图像(下文中称为放射线图像)与放射线未照射图像(下文中称为暗图像)之间的差异以便通过检测单元107校正在没有放射线照射的情况下生成的电荷的校正方法。根据第二实施例的放射线照相装置101具有固定暗校正模式和间歇暗校正模式作为暗校正模式。固定暗校正模式是预先获取并保存暗图像并且读出并使用在偏移校正时保存的暗图像的校正模式。间歇暗校正是在放射线图像成像之前和之后获取暗图像并且在校正时使用暗图像的校正模式。操作者或放射线照相系统100可以根据情况任意地切换校正模式。

[0073] 如果在步骤S1101中确定校正模式是固定暗校正模式,那么选择单元512如在第一实施例中那样在步骤S807中执行时间校正(第二校正处理)。例如,通过调整定时器106的分频电路502的分频比来校正定时器106与定时器122之间的时间差。另一方面,如果在步骤

S1101中确定校正模式是间歇暗校正，那么处理前进到步骤S1102。在步骤S1102中，选择单元512选择第三校正处理单元(未示出)并使该单元执行第三校正处理。在第三校正处理中，调整定时器106的分频电路502的分频比，使得分频比的校正量在放射线图像与暗图像之间相等，从而校正时间。因此，根据在步骤S1102中选择的校正处理，为了消除时间差，改变定时器106，使得放射线图像的成像时间被设置为等于用于放射线图像的偏移校正的暗图像的成像时间。要注意的是，如参考第一实施例所描述的，可以多次改变时间计数器503的计数器值来代替改变分频比。

[0074] 图12是示出间歇暗校正模式下校正单元511进行的时间校正操作的定时图(在这个实施例中，在放射线照射图像之后获取校正暗图像)。在图12的示例中，在交替地获取放射线图像和暗图像的同时执行动态成像。确定校正时段以执行时间校正，使得在放射线照射图像的获取和放射线未照射图像的获取之间将用于时间偏差3α的校正量设定为相等。因此，每帧的放射线照射图像和放射线未照射图像的累积时间中的每一个变为Ta+1.5α。因而，可以通过偏移校正来消除在+1.5α的时段中存储的额外电荷。为此，可以在短时间内执行时间校正，同时防止由于动态成像校正之前和之后帧中的累积时间差而引起的像素值的增加/减小。

[0075] 要注意的是，在第二实施例中，描述了在放射线图像的成像之后立即获得要使用的暗图像的情况。即使在使用紧接在放射线图像的成像之前获得的暗图像的情况下，显然也可以应用相同的布置和处理。此外，根据第二实施例，已经描述了交替获得放射线图像和暗图像的情况，但是暗图像获取定时不限于此。例如，如果将一个暗图像应用于若干放射线图像或使用若干暗图像的平均值，那么可以使用与上述相同的方法。例如，当针对一个放射线图像获得n个暗图像，或者针对n个放射线图像获取一个暗图像时，执行时间校正，使得平均时间差分布在(n+1)个图像的获取时段中。此外，根据第二实施例，描述了通过调整分频电路502的分频比来跨多个时间计数校正时间的方法。但是，可以使用通过将计算出的定时器106与定时器122之间的时间差除以多个步骤来校正计数器值的方法。

[0076] 如上所述，根据上述每个实施例，可以根据放射线照相装置的操作状态通过适当的方法来限制时间同步中的时间差。即，根据每个实施例，可以更适当地同步用于获得放射线照射的定时的定时器和用于获得放射线成像的定时的定时器。

[0077] <其它实施方式>

[0078] 本发明的(一个或多个)实施例还可以通过读出并执行记录在存储介质(其也可以被更完整地称为“非瞬态计算机可读存储介质”)上的计算机可执行指令(例如，一个或多个程序)以执行上述(一个或多个)实施例中的一个或多个实施例的功能和/或包括用于执行上述(一个或多个)实施例中的一个或多个实施例的功能的一个或多个电路(例如，专用集成电路(ASIC))的系统或装置的计算机来实现，以及通过由系统或装置的计算机例如从存储介质读出并执行计算机可执行指令以执行上述(一个或多个)实施例中的一个或多个实施例的功能和/或控制一个或多个电路执行上述(一个或多个)实施例中的一个或多个实施例的功能而执行的方法来实现。计算机可以包括一个或多个处理器(例如，中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU))，并且可以包括单独计算机或单独处理器的网络，以读出并执行计算机可执行指令。计算机可执行指令可以例如从网络或存储介质提供给计算机。存储介质可以包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算系统的存储装

置、光盘(诸如紧凑盘(CD)、数字多功能盘(DVD)或蓝光盘(BD)™)、闪存设备、存储卡等中的一个或多个。

[0079] 本发明的实施例还可以通过如下的方法来实现,即,通过网络或者各种存储介质将执行上述实施例的功能的软件(程序)提供给系统或装置,该系统或装置的计算机或是中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)读出并执行程序的方法。

[0080] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解的是,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围将被赋予最广泛的解释,以便涵盖所有此类修改以及等效的结构和功能。

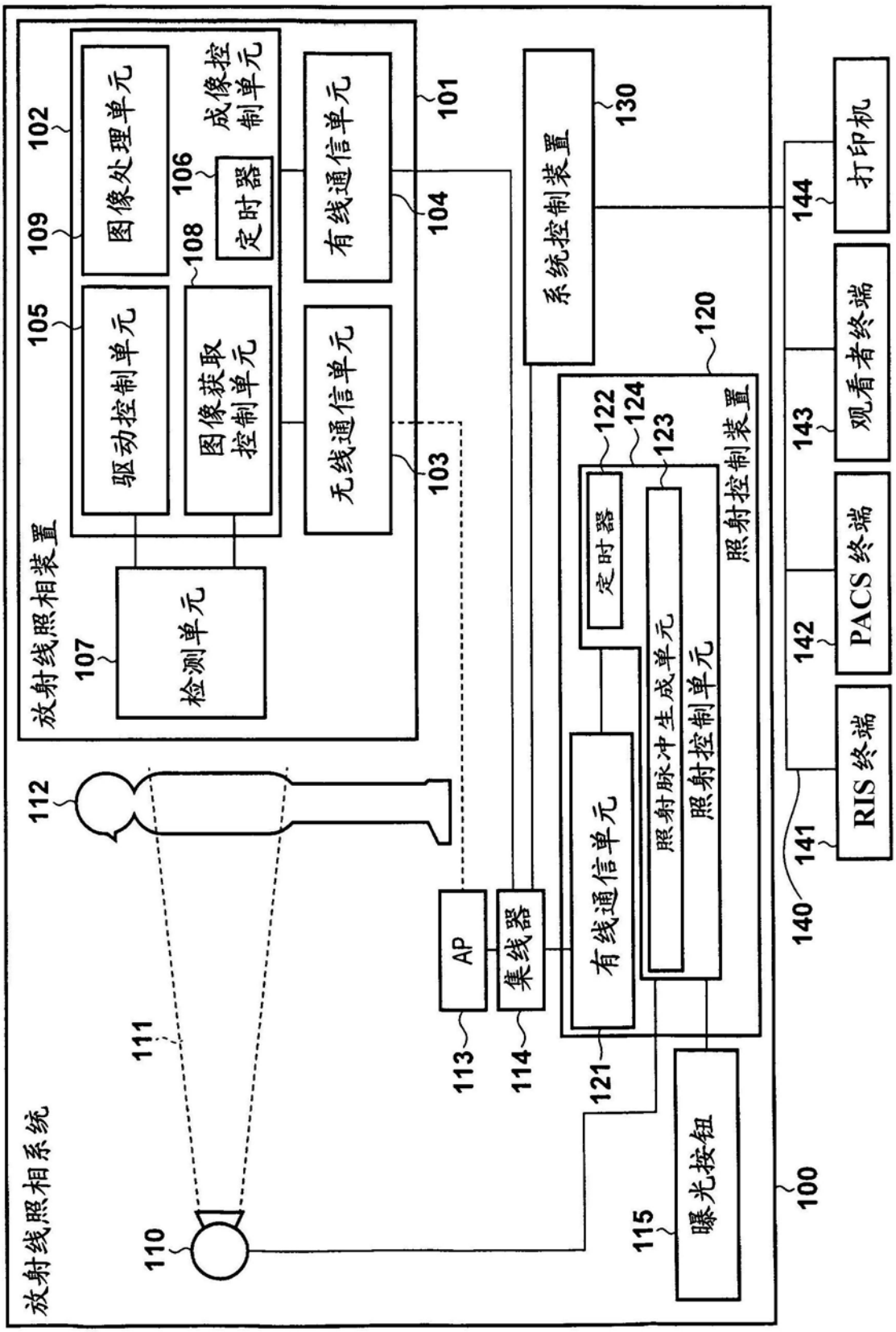

放射线照相系统
放射线照相装置
成像控制单元
图像处理单元
定时器
驱动控制单元
图像获取控制单元
检测单元
有线通信单元
无线通信单元
系统控制装置
照射控制装置
定时器
照射脉冲生成单元
照射控制单元
有线通信单元
AP
集线器
曝光按钮
打印机
观看者终端
PACS 终端
RIS 终端
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
120
121
122
123
124
130
140
141
142
143
144

图1

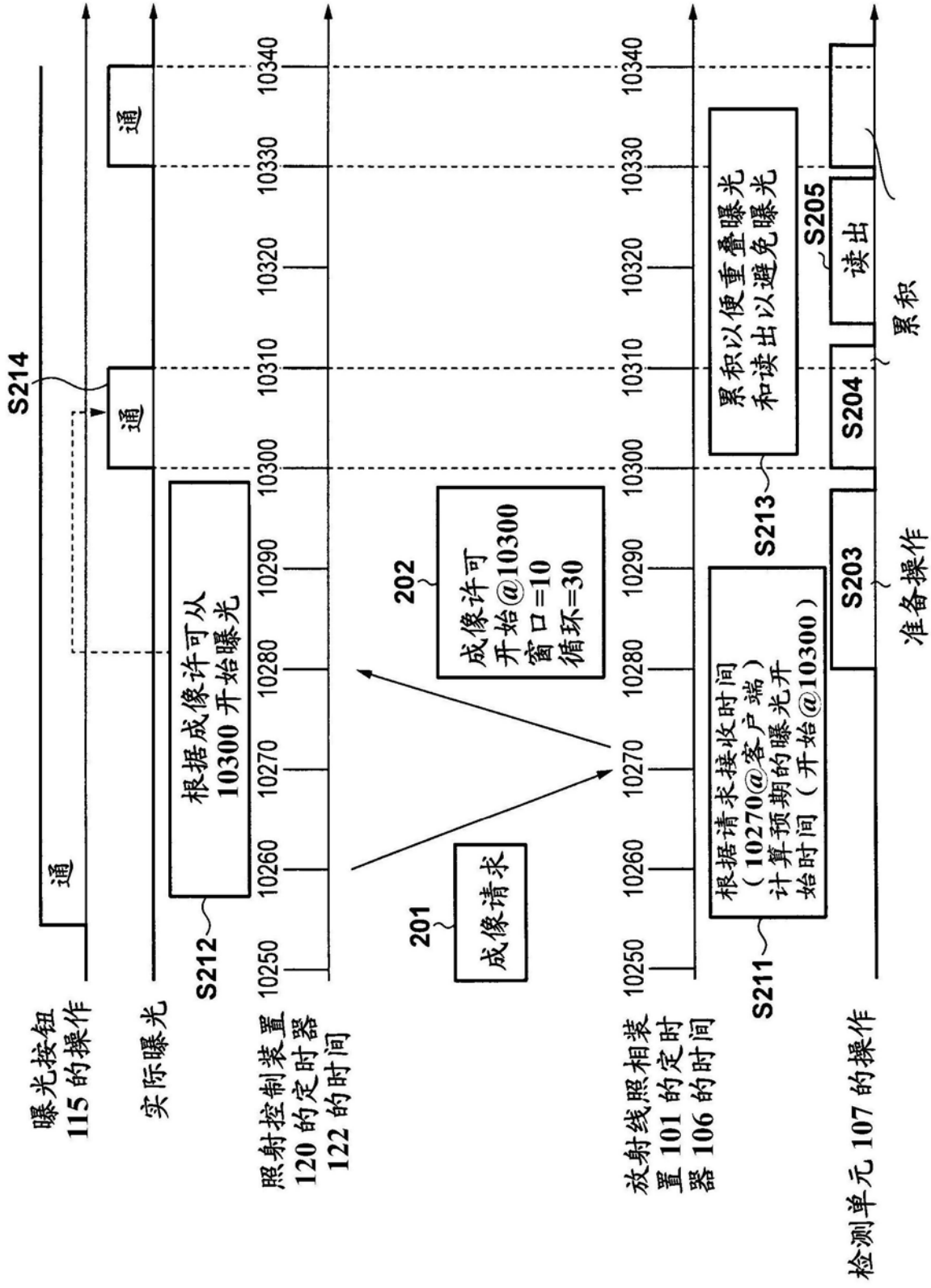

曝光按钮 115 的操作
通
S214
通
通
实际曝光
S212
根据成像许可从 10300 开始曝光
照射控制装置 120 的定时器 122 的时间
10250
10260
10270
10280
10290
10300
10310
10320
10330
10340
201
成像请求
202
成像许可 开始@10300 窗口=10 循环=30
放射线照相装置 101 的定时器 106 的时间
S211
根据请求接收时间（10270@客户端）计算预期的曝光开始时间（开始@10300）
S213
累积以便重叠曝光和读出以避免曝光
S205
S203
S204
读出
累积
准备操作
检测单元 107 的操作

图2

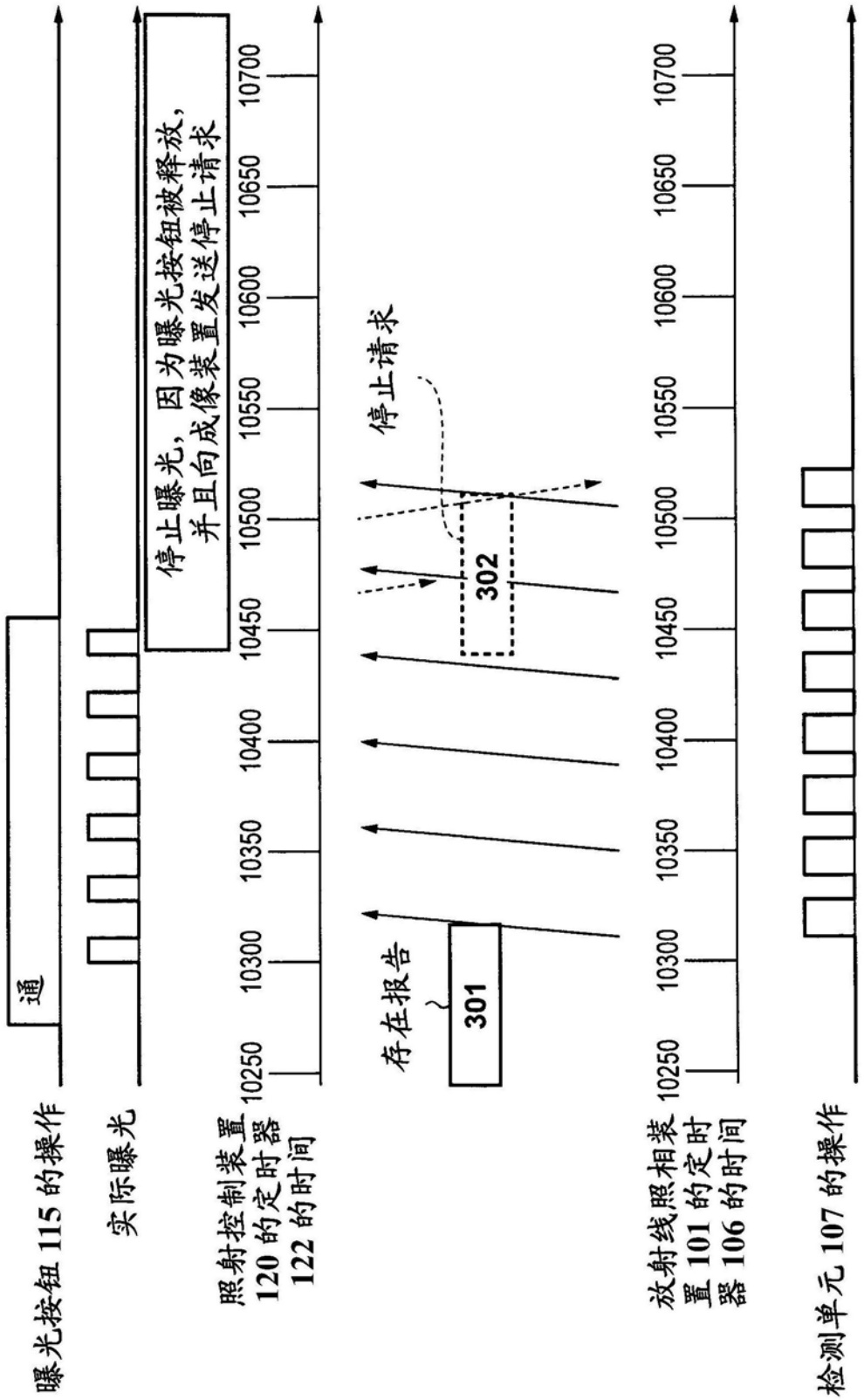

曝光按钮 115 的操作
通
实际曝光
停止曝光，因为曝光按钮被释放，
并且向成像装置发送停止请求
照射控制装置
120 的定时器
122 的时间
10250
10300
10350
10400
10450
10500
10550
10600
10650
10700
存在报告
301
302
停止请求
放射线照相装
置 101 的定时
器 106 的时间
检测单元 107 的操作

图3

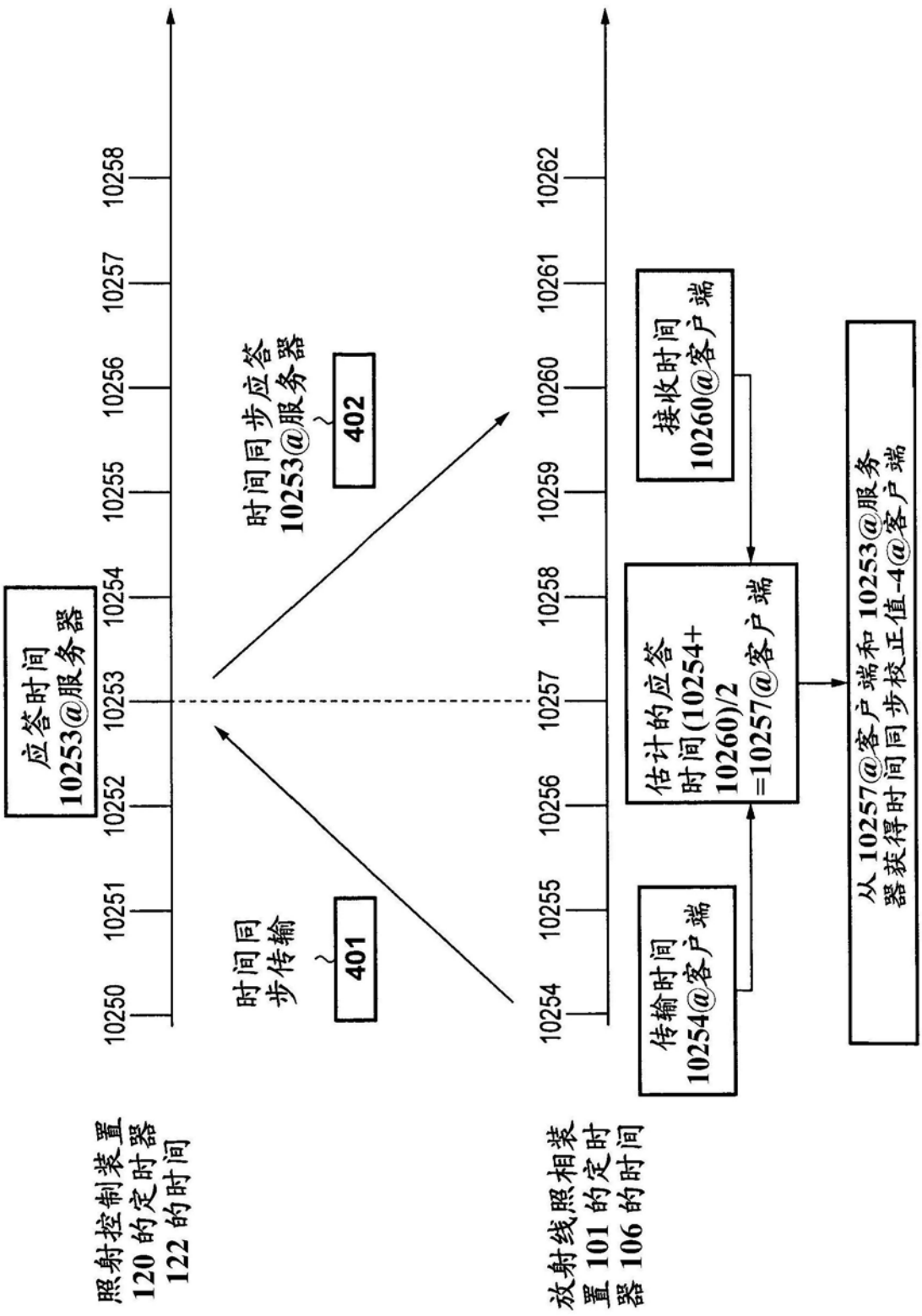

照射控制装置
120 的定时器
122 的时间
放射线照相装
置 101 的定时
器 106 的时间
10250
10251
10252
10253
10254
10255
10256
10257
10258
10254
10255
10256
10257
10258
10259
10260
10261
10262
应答时间
10253@服务器
时间同步传输
401
时间同步应答
10253@服务器
402
传输时间
10254@客户端
估计的应答
时间(10254+
10260)/2
=10257@客户端
接收时间
10260@客户端
从 10257@客户端和 10253@服务
器获得时间同步校正值-4@客户端

图4

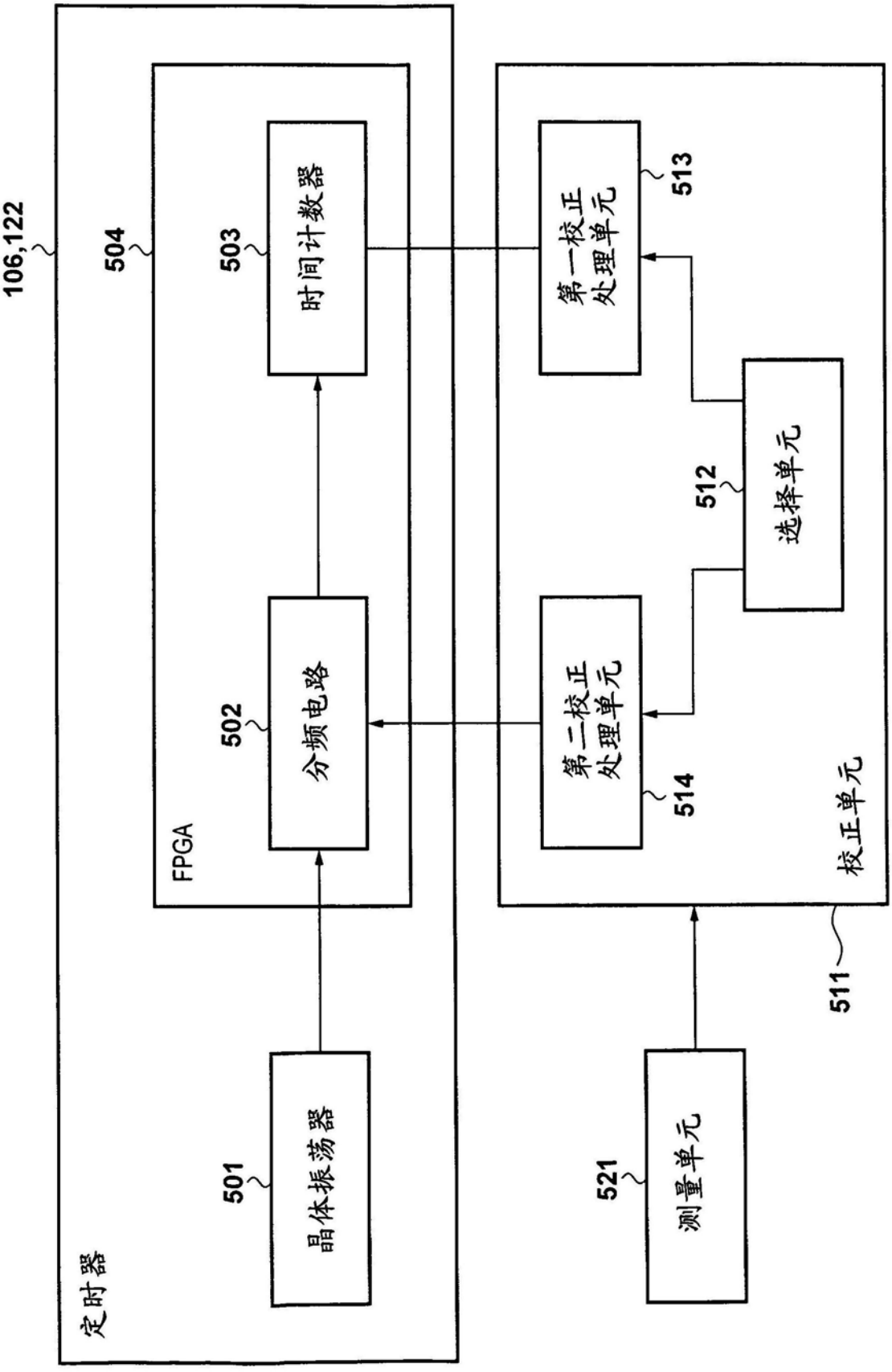

106,122
504
503
时间计数器
513
第一校正处理单元
512
选择单元
502
分频电路
514
第二校正处理单元
FPGA
校正单元
511
501
晶体振荡器
521
测量单元
定时器

图5

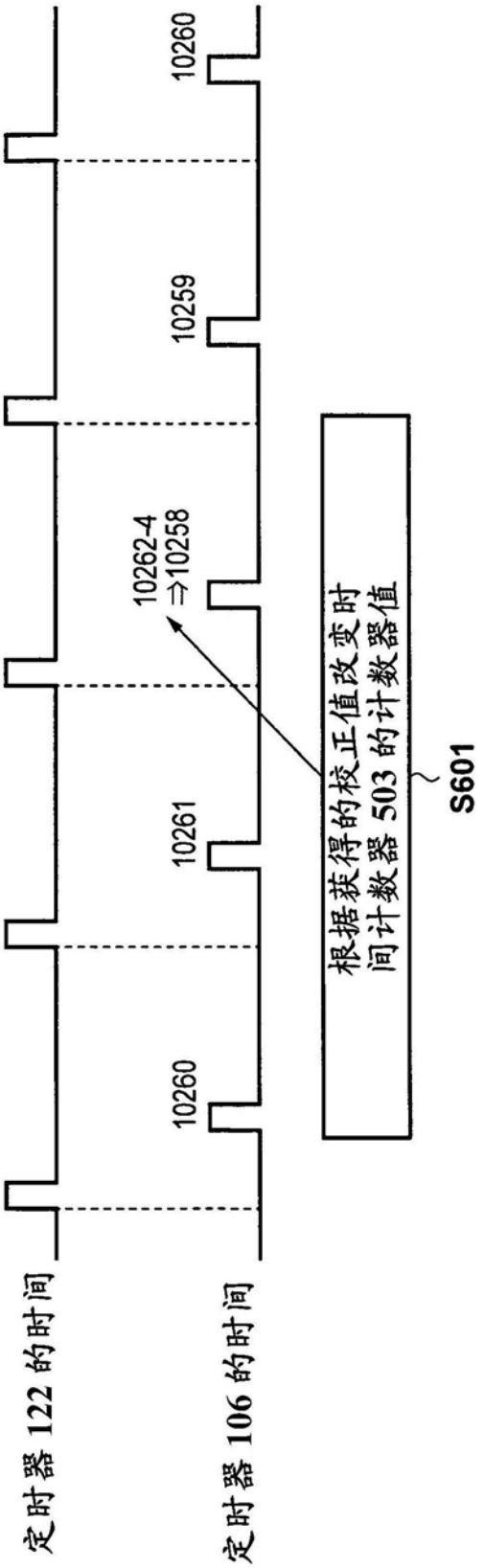

10256
10257
10258
10259
10260
10260
10261
10259
10260
10262-4
⇒10258
根据获得的校正值改变时
间计数器 503 的计数器值
S601
定时器 122 的时间
定时器 106 的时间

图6

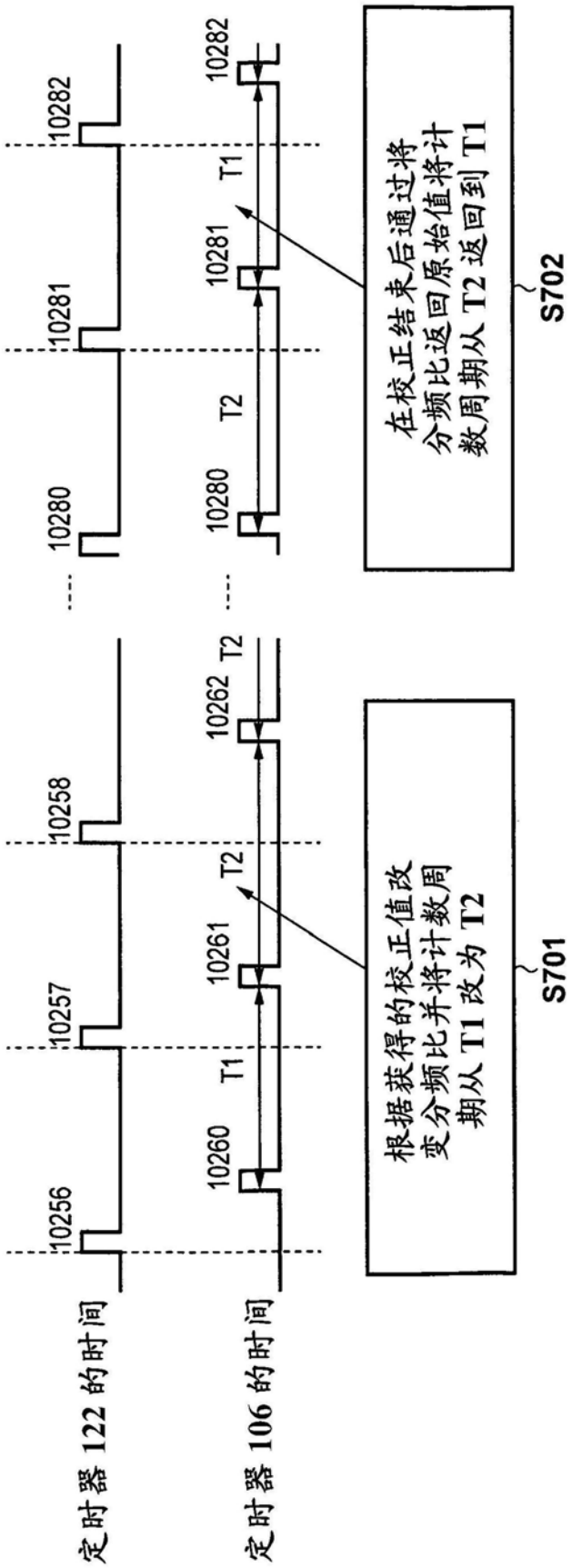

定时器 122 的时间
定时器 106 的时间
10256
10257
10258
10260
10261
10262
10280
10281
10282
T1
T2
根据获得的校正值改变分频比并将计数周期从 T1 改为 T2
S701
在校正结束后通过将分频比返回原始值将计数周期从 T2 返回到 T1
S702

图7

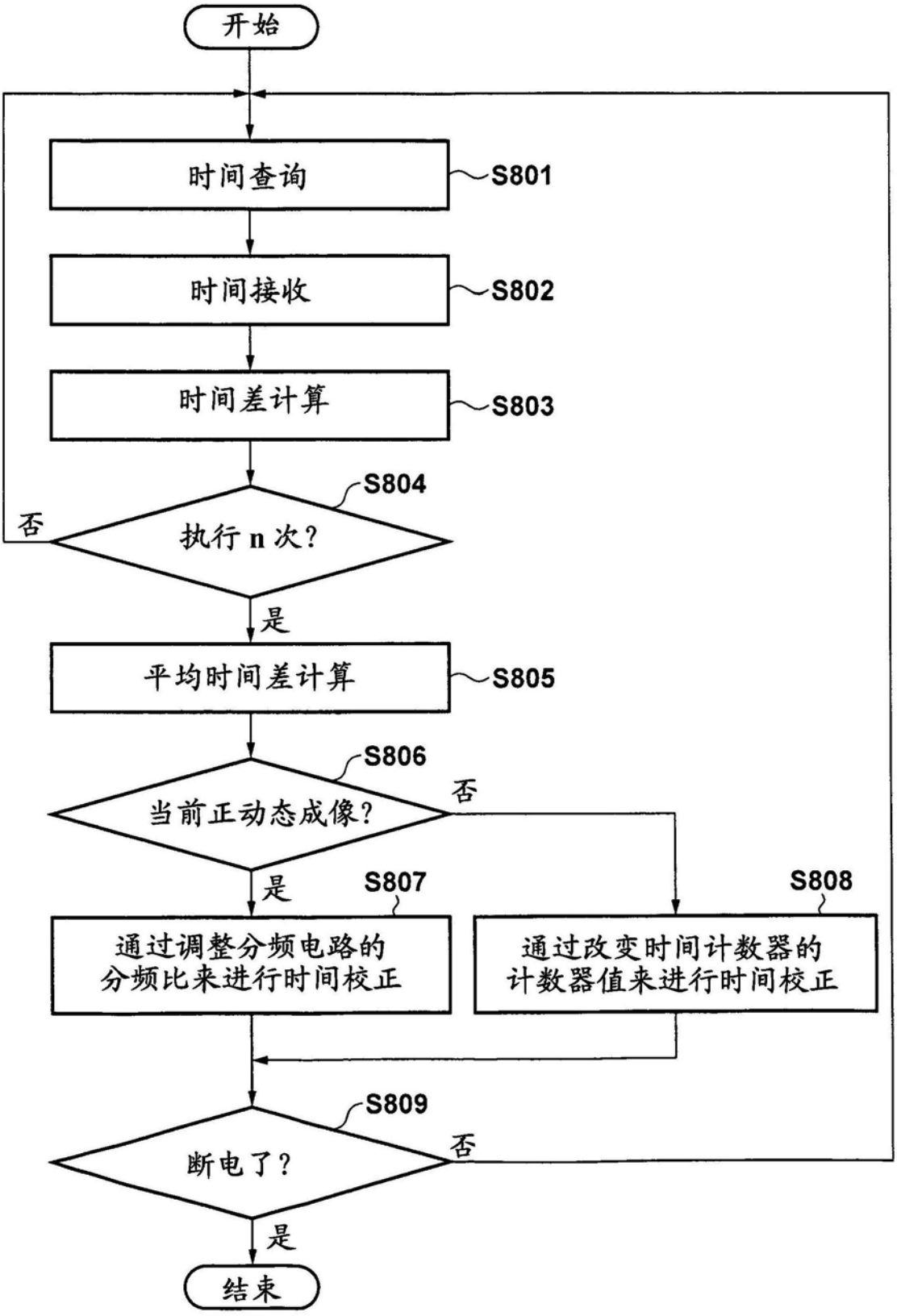

开始
时间查询
S801
时间接收
S802
时间差计算
S803
S804
执行 n 次?
否
是
平均时间差计算
S805
S806
当前正动态成像?
否
是
S807
通过调整分频电路的
分频比来进行时间校正
S808
通过改变时间计数器的
计数器值来进行时间校正
S809
断电了?
否
是
结束

图8

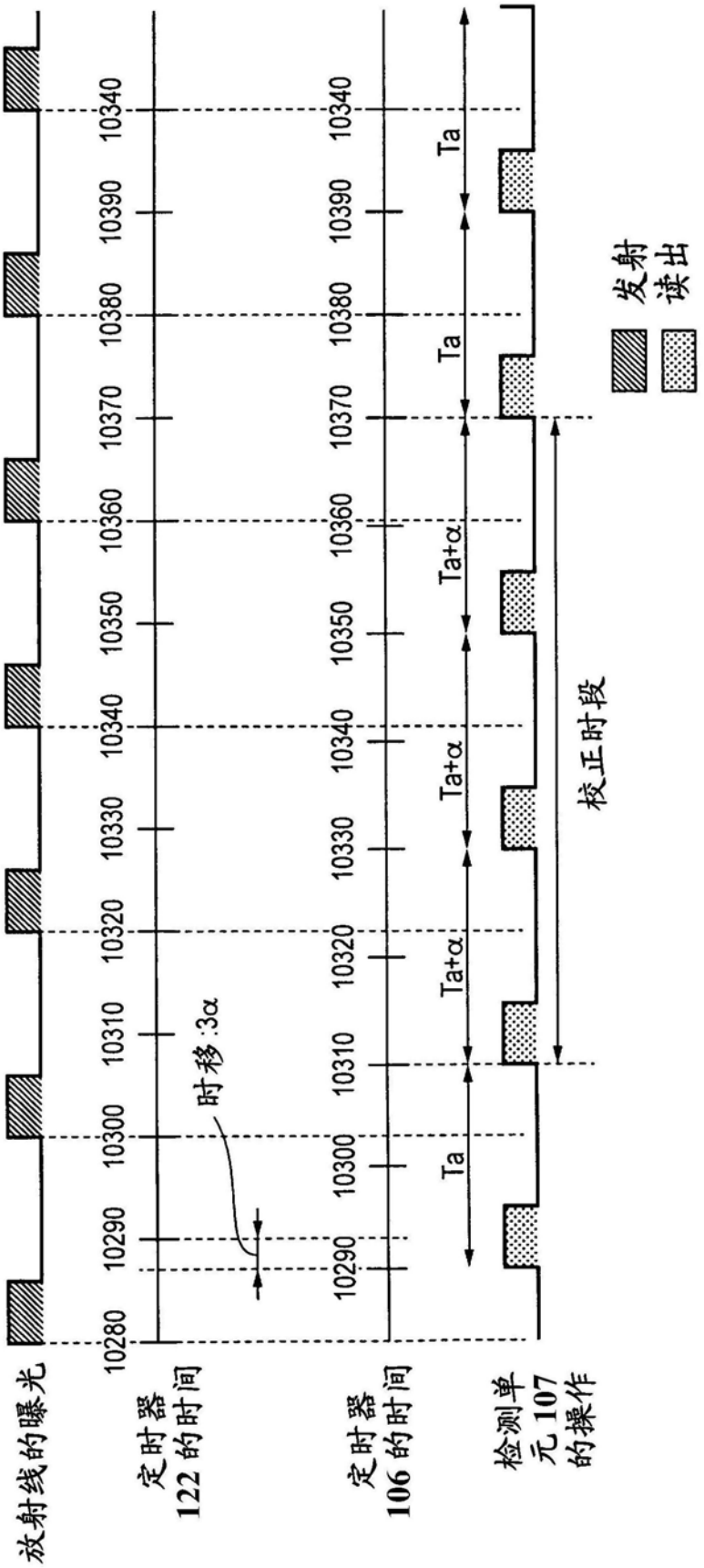

放射线的曝光
定时器
122 的时间
定时器
106 的时间
检测单
元 107
的操作
10280
10290
10300
10310
10320
10330
10340
10350
10360
10370
10380
10390
10340
时移:3α
Ta
Ta+α
校正时段
发射
读出

图9

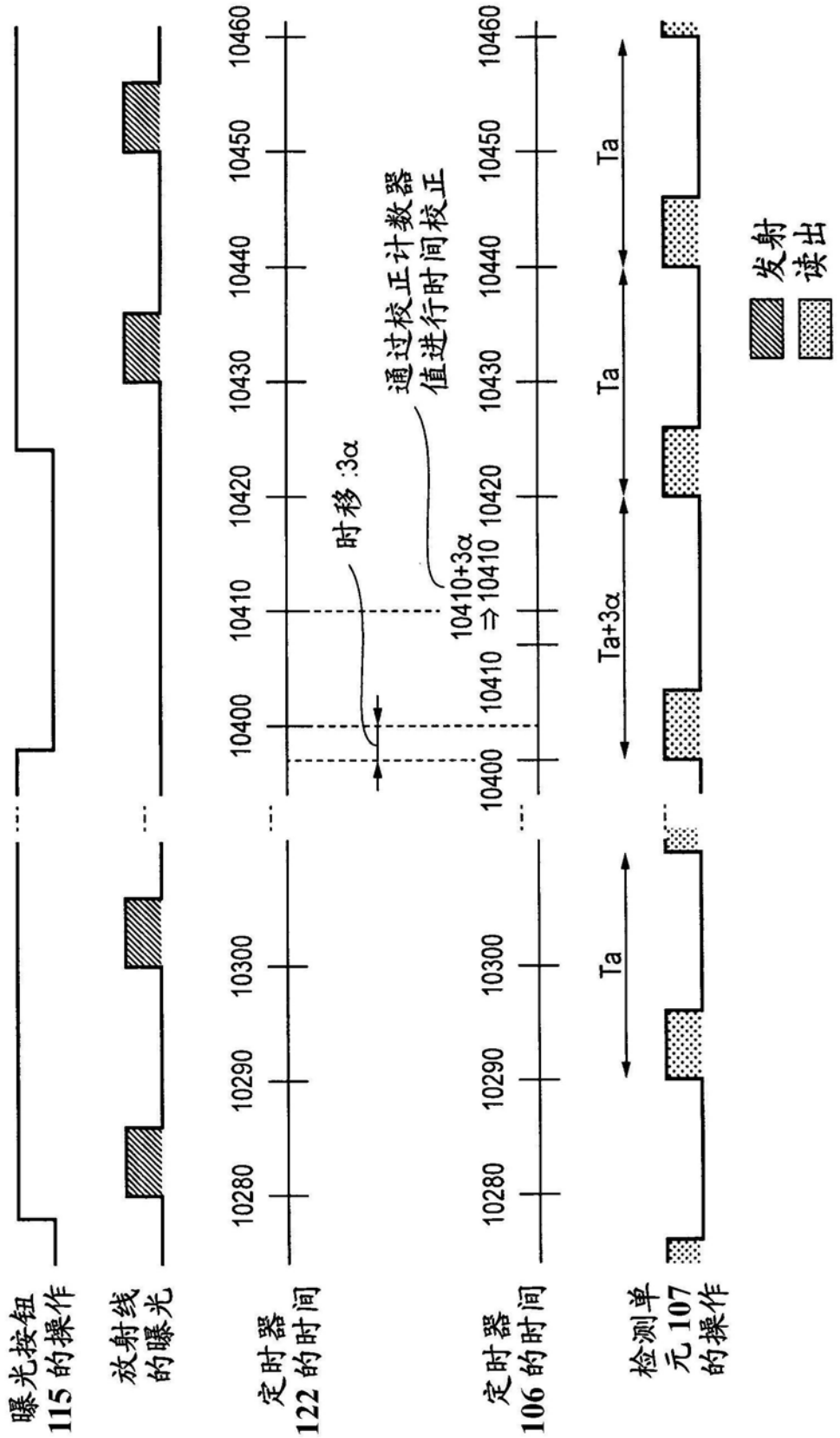

曝光按钮
115 的操作
放射线
的曝光
定时器
122 的时间
定时器
106 的时间
检测单
元 107
的操作
10280
10290
10300
10400
10410
10420
10430
10440
10450
10460
时移 :3α
通过校正计数器
值进行时间校正
10410+3α
⇒10410
Ta
Ta+3α
发射
读出

图10

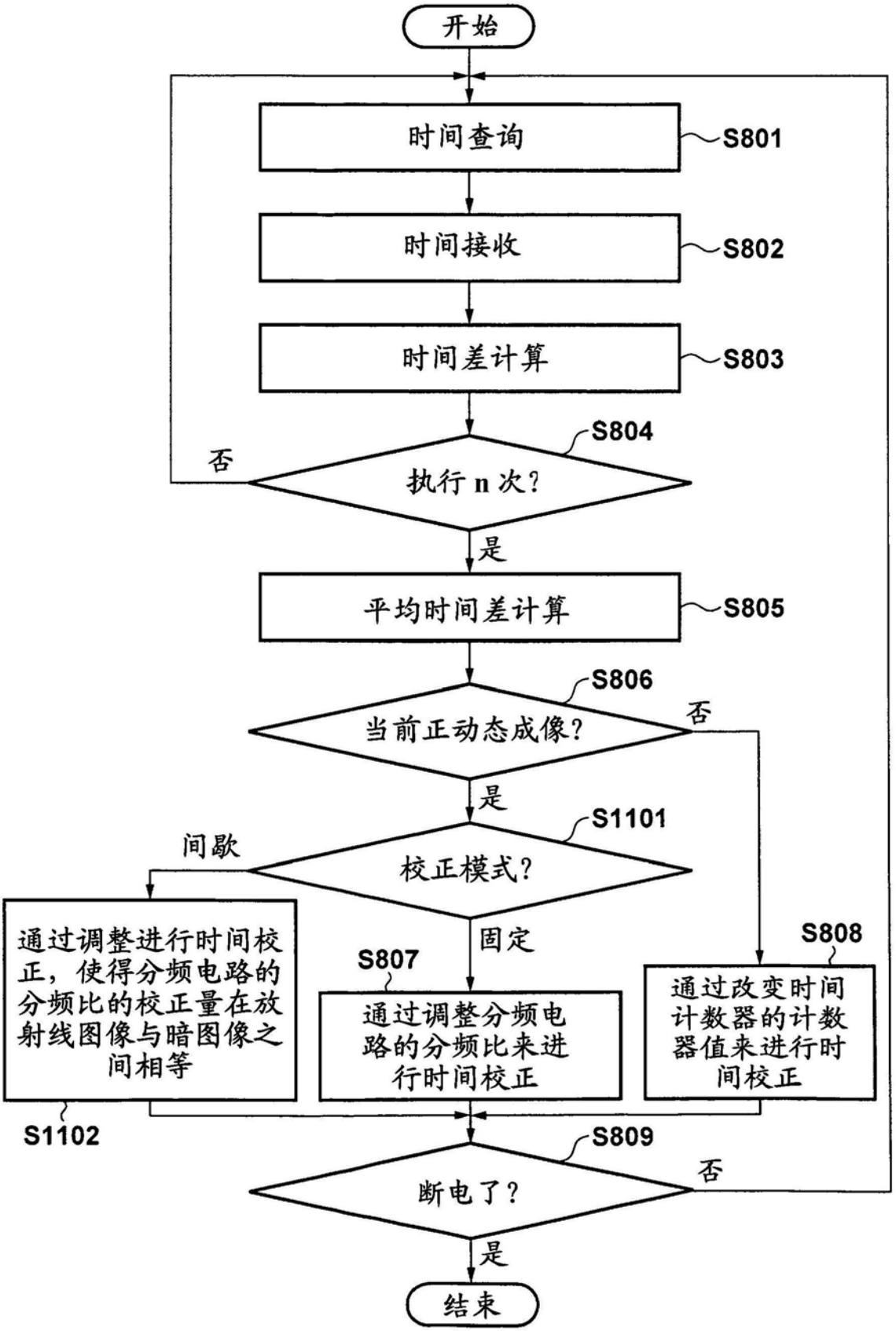

开始
时间查询
S801
时间接收
S802
时间差计算
S803
S804
否
执行 n 次?
是
平均时间差计算
S805
S806
当前正动态成像?
否
是
S1101
间歇
校正模式?
固定
通过调整进行时间校正，使得分频电路的分频比的校正量在放射线图像与暗图像之间相等
S1102
S807
通过调整分频电路的分频比来进行时间校正
S808
通过改变时间计数器的计数器值来进行时间校正
S809
断电了?
否
是
结束

图11

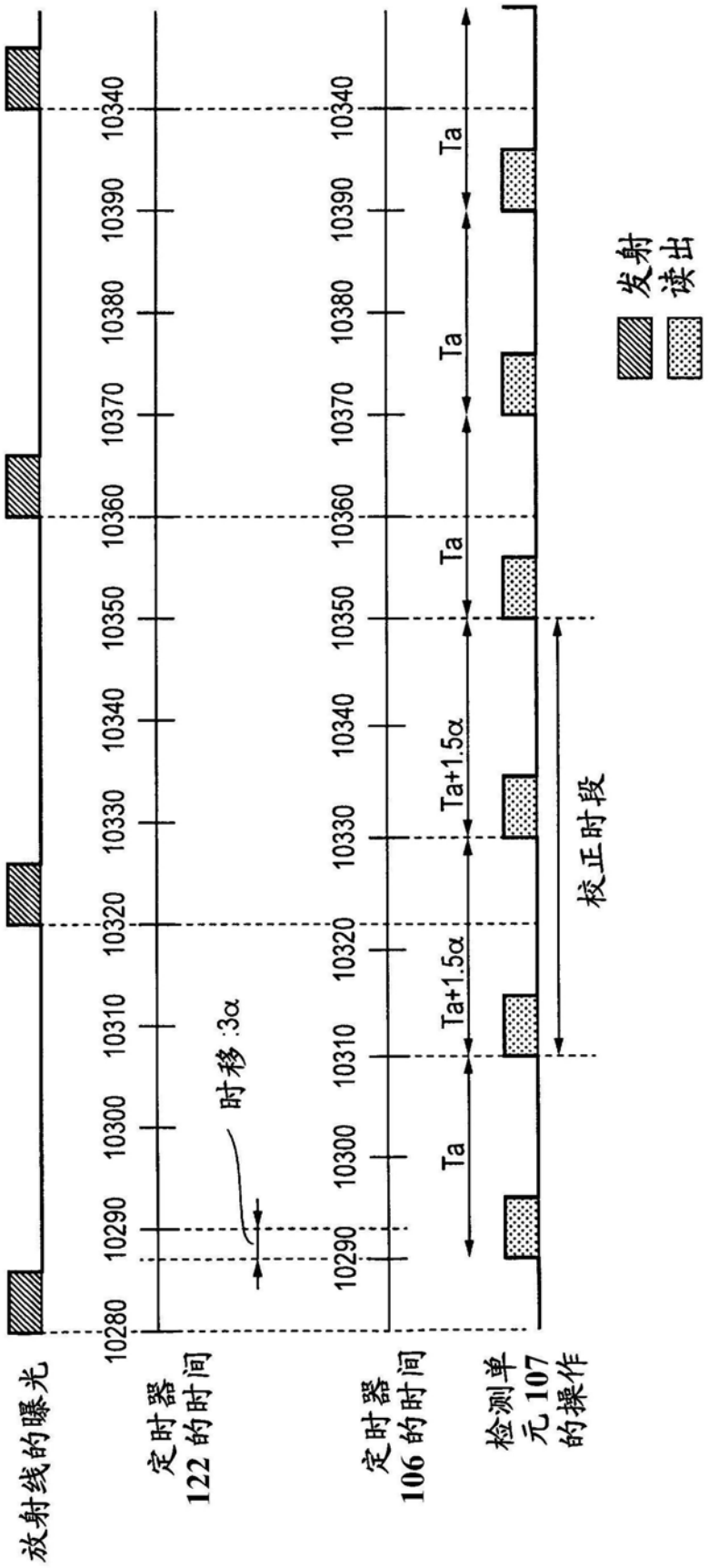

放射线的曝光
定时器
122 的时间
定时器
106 的时间
检测单
元 107
的操作
10280
10290
10300
10310
10320
10330
10340
10350
10360
10370
10380
10390
10340
时移 :3α
Ta
Ta+1.5α
Ta+1.5α
Ta
Ta
Ta
校正时段
发射
读出

图12